

**UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE
ARTEINHEIT DER KNÖLLCHENBAKTERIEN
DER LEGUMINOSEN UND ÜBER DIE
LANDWIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG
DIESER FRAGE. HABILITATIONSSCHRIFT**

Published @ 2017 Trieste Publishing Pty Ltd

ISBN 9780649778652

Untersuchungen über die Arteinheit der Knöllchenbakterien der Leguminosen und über die Landwirtschaftliche Bedeutung Dieser Frage. Habilitationsschrift by Dr. H. Buhler

Except for use in any review, the reproduction or utilisation of this work in whole or in part in any form by any electronic, mechanical or other means, now known or hereafter invented, including xerography, photocopying and recording, or in any information storage or retrieval system, is forbidden without the permission of the publisher, Trieste Publishing Pty Ltd, PO Box 1576 Collingwood, Victoria 3066 Australia.

All rights reserved.

Edited by Trieste Publishing Pty Ltd.
Cover @ 2017

This book is sold subject to the condition that it shall not, by way of trade or otherwise, be lent, re-sold, hired out, or otherwise circulated without the publisher's prior consent in any form or binding or cover other than that in which it is published and without a similar condition including this condition being imposed on the subsequent purchaser.

www.triestepublishing.com

DR. H. BUHLERT

**UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE
ARTEINHEIT DER KNÖLLCHENBAKTERIEN
DER LEGUMINOSEN UND ÜBER DIE
LANDWIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG
DIESER FRAGE. HABILITATIONSSCHRIFT**

1903

**Untersuchungen über die Arteinheit
der Knöllchenbakterien der Leguminosen und über die
landwirtschaftliche Bedeutung dieser Frage.**

Habilitationsschrift,

durch welche

mit Genehmigung der hohen philosophischen Fakultät

der

vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

zu seiner

am Montag, den 12. Mai 1902,

mittags 12 $\frac{1}{4}$ Uhr,

in der Aula der Universität

zu haltenden



Antrittsvorlesung

über

Das Verhältnis von Ackerbau und Viehzucht

ergebenst einladet

H. Buhlert,

Dr. phil.

Halle a. S.

Druck von Wischan & Wettengel.

1902.

JAN 6 1903

Fast alle die Forscher, welche die Beziehungen der Knöllchenbakterien zu den Leguminosen zum Gegenstande ihrer Arbeiten gemacht haben, hat auch die wissenschaftlich hochinteressante, für die praktische Landwirtschaft äusserst wichtige Frage beschäftigt, ob die die Knöllchen bei den verschiedenen Leguminosen-Species erzeugenden Bakterien sämtlich einer oder aber mehreren Arten angehören.

So berührte schon Hellriegel, als er im Jahre 1886 gelegentlich der Naturforscherversammlung zu Berlin¹⁾ die ersten Mitteilungen über die von ihm und seinem Mitarbeiter Wilfarth entdeckte Symbiose zwischen den Papilionaceen und gewissen Mikroorganismen machte, auch kurz, ohne allerdings für oder wider die eine oder die andere Auffassung Stellung zu nehmen, diese Frage, indem er anführte, dass bei verschiedenen Papilionaceen nur der Zusatz von gewissen Bodenarten Knöllchen bildend und Wachstum fördernd wirke. Wie wir aus ihrer bekannten Veröffentlichung vom Jahre 1888²⁾ ersehen, hatten die beiden Forscher beobachtet, dass der Aufguss von einem und demselben Boden die Vegetation verschiedener Leguminosen ganz ungleich beeinflusste; so vermochte z. B. der Aufguss von gutem Rübenboden

¹⁾ Hellriegel: Welche Stickstoffquellen stehen den Pflanzen zu Gebote? Tageblatt der 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Berlin 1886.

²⁾ Hellriegel und Wilfarth: Untersuchungen über die Stickstoffnahrung der Gramineen und Leguminosen. Beilageheft zu der Zeitschrift des Vereins für Rübenzuckerindustrie des deutschen Reiches. Berlin 1888.

des Versuchsfeldes das Wachstum der Erbsen in stickstofflosem Boden vortrefflich zu fördern, während er auf die Entwicklung der Serradella und der Lupine vollständig wirkungslos blieb. An anderen Orten fügen sie hinzu: »Wenn es wahr ist, worauf alle unsere Versuche mit grosser Übereinstimmung hinweisen, dass das Gedeihen der Leguminosen in stickstofflosem oder stickstoffarmem Boden auf eine Symbiose mit bestimmten Arten von niederen Pilzen zurückzuführen ist, so wird es keine Schwierigkeit haben, anzunehmen, dass diese verschiedenen Arten, wenn ihre Verbreitung im Kulturboden auch eine allgemeine ist, in verschiedenen Bodenarten doch in ungleicher Menge auftreten, und dass z. B. diejenigen Organismen, welche mit der Lupine und Serradella in näherer Beziehung stehen, in dem hiesigen, von uns zu den Aufgüssen benutzten Lehmmergelboden sehr spärlich, in dem von auswärts bezogenen Sandboden sehr reichlich vorhanden — nicht weil dieser ein Sandboden und jener ein Lehmboden war — sondern einfach deshalb, weil wir den Sandboden von einem gut mit Lupinen bestandenen Felde, den Lehmboden aber von einem Rübenacker gewonnen hatten, welcher noch niemals Lupinen oder Serradella (sozusagen die Nährpflanzen der betreffenden Pilze) getragen hatte.«

Eingehend wird die Frage der Arteinheit dann von Beijerinck¹⁾ in seiner Arbeit »Die Bakterien der Papilionaceen-Knöllchen« erörtert. Beijerinck ist geneigt, zwei grosse Gruppen aufzustellen, deren erste die Bakterien der Knöllchen von *Vicia Faba*, *Vicia Narbonensis*, *Vicia sativa*, *Vicia Cracca*, *Vicia hirsuta*, *Ervum Lens*, ferner *Medicago*, *Genista*, *Melilotus*, *Trifolium* und *Lathyrus* umfasst. In der Hauptsache charakterisiert er sie folgendermassen: »Die grösseren Kolonien mehr hyalin, Wachstum auf Fleischwasserpeptongelatine schwierig oder über-

¹⁾ Botanische Zeitung. 1886.

haupt ausbleibend, durch Rohrzucker und Dextrose gefördert, Schwärmer sehr klein, Bakteroiden zweiarmig oder kugelig oder birnförmig, Meristem immer in den Knöllchen gegenwärtig, primäre Rinde der Knöllchen geschlossen, Schleimfäden deutlich.* Zur zweiten Gruppe rechnet er drei Typen, den Phaseolus-, Lupinus- und Robinia-Typus. »Kolonien mehr trüblich weiss, Wachstum auf Fleischwasserpeptongelatine etwas ausgiebiger wie bei der ersten Gruppe. Schwärmer mehr stäbchenförmig, gewöhnlich länger. Bakteroiden bakterienähnlich, selten verzweigt. Schleimfäden fehlen oder sind nur wenig entwickelt. In den Knöllchen meist kein Meristem (Ausnahme Robinia).« Jedoch genügen alle diese Merkmale nicht, um sichere Grenzen zwischen den beiden Gruppen zu ziehen, denn wie Beijerinck hervorhebt, zeigt sich einerseits Verschiedenheit zwischen Kolonien, die einem und demselben Knöllchen entstammen, andererseits Übereinstimmung der aktiveren aus verschiedenartigen Knöllchen (der beiden Gruppen). Ferner verschwindet, was Beijerinck besonders beachtenswert erscheint, jede in den Kolonien bemerkbare Verschiedenheit gänzlich bei der Kultur in Nährlösung, mag es sich nun um Bakterien eines einzelnen Knöllchens oder verschiedener Knöllchen der nämlichen Art oder endlich um solche aus Knöllchen verschiedener Arten handeln. Weil eben die Schwierigkeiten einer Abgrenzung so gross sind, entscheidet sich Beijerinck schliesslich endgültig für die Arteinheit sämtlicher Knöllchenbakterien. Seiner Überzeugung hat er, wie er selbst anführt, dadurch Ausdruck gegeben, dass er den bekanntlich von ihm zuerst gezüchteten und beschriebenen Mikroben den einheitlichen Namen *Bacillus radicola* beigelegt hat. Immerhin erscheint es ihm aber doch notwendig, wegen der in gewisser Hinsicht auftretenden, sogar erblichen Differenzen in den einzelnen Formen der Bakterien der verschiedenen Herkunft durch Varietätsnamen Rechnung zu tragen.

Später ausgeführte Infektionsversuche¹⁾ bestimmen Beijerinck indessen seine Ansicht zu modifizieren. Als er nämlich *Vicia Faba* mit *Faba*-Bakterien infizierte, erzielte er Knöllchen; wenn er jedoch für dieselbe Pflanze Bakterien aus den Knöllchen von *Ornithopus sativus* verwendete, hatte die Infektion keinen Erfolg. Diese Resultate veranlassen ihn, auszusprechen, dass der Unterschied zwischen den verschiedenen Bakterien der Papilionaceen doch grösser sei, als er früher angenommen habe; augenscheinlich gehöre *Bacillus Ornithopi* zu einer anderen Art als *Bacillus Fabae*.

Im selben Jahre, wie die letzte Veröffentlichung Beijerincks erschien eine Arbeit von Frank²⁾ »Über die Pilzsymbiose der Leguminosen.« Was die vorliegende Frage betrifft, so tritt Frank für die Arteinheit ein. Er begründet seine Ansicht damit, dass die Symbiose nicht nur über die ganze Erde verbreitet ist, sondern dass die einzelnen Species der Leguminosen auch ausnahmslos auf den verschiedensten Standorten und Bodenarten, wo sie nur irgend in der Natur vorkommen, ihre Knöllchenpilze antreffen, insbesondere, dass unsere angebauten Leguminosen auf allen Kulturböden ohne Ausnahme mit Knöllchen behaftet gefunden werden. Schon diese That-sachen lassen sich schlecht zusammenreimen mit der Annahme, dass jede der ungefähr 6000 Leguminosen-Species, welche es auf der Erde giebt, ihren eigenen Symbiosepilz besitzen solle. Ganz unvereinbar damit erscheint ihm aber der Umstand, dass man an verschiedenen Leguminosen, die man nebeneinander auf einem und demselben Boden aussät, regelmässig die Wurzelknöllchen entstehen sieht. Um seine Behauptungen durch Versuche zu stützen, wandte Frank für Lupinen, die er

¹⁾ Beijerinck, Künstliche Infektion von *Vicia Faba* mit *Bac. radicola*. Bot. Zeitung 1890.

²⁾ Landwirtsch. Jahrbücher Bd. XIX 1890.

in Töpfen gezogen hatte, Impferden verschiedener Herkunft an. Diese wirkten aber nicht in gleicher Weise; durch eine Impferde von den Lupitzer Lupinenwiesen wurden sehr typische Knöllchen an der Pfahlwurzel erzeugt, während die beiden anderen Impferden, humusloser, heller, reiner Sand und Wiesenmoorboden nur wenige kleine Knöllchen an einigen Seitenwurzeln hervorriefen. Jedoch glaubt Frank durch diese Versuche seine Anschauung trotzdem bestätigt zu haben. Die ungleiche Wirksamkeit der verschiedenen Impferden erklärt er damit, dass die Keime des Rhizobiums (Franks Benennung des Bac. rad.) in den verwendeten 4 gr. Bodensubstanz in sehr ungleicher Menge vorhanden waren.

Aber ihm selber kommen dann doch Bedenken, ob diese Erklärung ganz zutreffend sei. Er hält es auch für nicht ausgeschlossen, dass die Kraft, welche das Rhizobium auf die Pflanzen ausübt, je nach den verschiedenen Bodenarten verschieden sein könne. Einmal könne man sich vorstellen, dass der Pilz in einem Boden, in welchem er Jahre lang keine Leguminose fände, sozusagen aus Mangel an Übung seine Kraft zu gebrauchen verlerte, andererseits, dass er dort, wo die fortwährende Kultur einer bestimmten Leguminose statthätte, sich für diese Spezies ausserordentlich wirkungskräftig, für andere Leguminosen, zunächst wenigstens, minder tüchtig erweise. Mit dieser Annahme brauche jedoch nicht eine spezifische Verschiedenheit des Rhizobiums je nach Leguminosen-Arten behauptet zu sein, sondern es würde sich nur um die Züchtung von Varietäten oder Rassen des allgemeinen Mikrobiums handeln. Zum Schlusse hebt Frank aber doch wieder hervor, dass sich der verschiedene Erfolg mit den drei Impferden vollkommen genügend durch die ungleiche Häufigkeit des Rhizobiums in denselben erklären liesse.

Der chronologischen Reihenfolge nach wäre jetzt die erste der zahlreichen Veröffentlichungen von Nobbe

und Hiltner über diesen Gegenstand zu erwähnen. Es wird jedoch zweckmässiger sein, alle diese Arbeiten im Zusammenhang zu behandeln und zunächst die Mitteilungen einiger anderer Autoren zu besprechen. Dieses Verfahren wird sich um so mehr empfehlen, als ein näheres Eingehen auf diese letzteren kaum erforderlich ist, weil die betreffenden Forscher keine speziellen Untersuchungen über die Frage der Arteinheit angestellt haben, sondern sie gewissermassen nur gelegentlich einer Erörterung unterziehen.

So konstatierte Salfeld,¹⁾ als er im Jahre 1892 auf neu kultiviertem Hochmoorboden zu einem Gemisch von Pferdebohnen und grauen Erbsen Impferde verschiedener Herkunft verwendete, eine sehr gute Wirkung des Erbsensandes, während Seeschlick und Lupinensand ganz versagten. Er glaubt daher die Theorien Nobbes und Hiltners, von denen er erst nach Beendigung seiner Versuche Kenntnis erhielt, bestätigen zu können, dass nämlich die aus den Knöllchen verschiedener Leguminosen stammenden Bakterien in ihrer physiologischen Wirkung Unterschiede zeigen, die nur durch die Annahme erklärt werden können, dass dieselben, wenn nicht verschiedene Arten oder Varietäten, so doch mindestens Rassen- oder Ernährungs-Modifikationen repräsentieren. Auch bei späteren Versuchen mit Impferden erhielt Salfeld den obigen ähnliche Resultate.

Als entschiedener Gegner der Arteinheit ist Gonnermann²⁾ zu nennen; aber seine Ergebnisse sind auf Grund so wenig einwandfreier Versuche gewonnen, dass sie wohl keinen Anspruch auf Beachtung haben.

Gewichtiger sind die Gründe, welche Kirchner³⁾

¹⁾ Deutsche landwirtsch. Presse 1892. S. 647.

²⁾ Gonnermann, Die Bakterien in den Wurzelknöllchen der Leguminosen. Landwirtsch. Jahrbücher 1894.

³⁾ Kirchner, Die Wurzelknöllchen der Sojabohne. Beiträge zur Biologie der Pflanzen 1895.